Atti Mus. Stor. nat. Maremma, 22: 105-118 (31 dicembre 2008)
ISSN 1126 - 0882

NUOVE OSSERVAZIONI GEOMORFOLOGICHE SUL LAGO DELL'ACCESA (MASSA MARITTIMA, TOSCANA)

NEW GEOMORPHOLOGICAL OBSERVATIONS ON THE ACCESA LAKE (MASSA MARITTIMA, TUSCANY)

Maurizio Negri

TAGES Geologia Ambiente e Territorio
Via Guido Mammoli 39/a, I-50013 Campi Bisenzio FI, Italia
m.negri@tages.tuscany.it

Riassunto. *Nel 1995 e nel 1996 furono condotte, da parte di geologi e speleologi, rilevazioni batimetriche ed immersioni nel Lago dell'Accesa per raccogliere informazioni di tipo geologico, geomorfologico ed idrogeologico, nonché paragonare i dati rilevati con quelli disponibili risalenti ai primi anni del '900. Alla luce di tale confronto, i cui risultati sono stati pubblicati su questa rivista nel 1998 (Negri 1998), fu deciso di eseguire nuove misurazioni ed immersioni dopo 10 anni, tempo ritenuto sufficiente per notare eventuali variazioni significative. I rilievi del 2006 hanno riguardato la conca principale del bacino lacustre, dove furono eseguiti rilevi ed immersioni nel 1995. L'articolo presente descrive quanto realizzato nelle indagini effettuate nel 2006 e nel 2007 e ciò che è stato osservato.*

Abstract. *In 1995 and 1996 some bathymetric surveys and divings were carried out in the Accesa Lake (Southern Tuscany, Italy) to gather geological, geomorphological and hydrogeological informations. The comparison of the recorded values with previous historical data, dating back to the early '900, were published in this journal in 1998 (Negri 1998). After 10 years, in 2006, new mesurements were taken, in order to investigate potential changes. The 2006 surveys were carried out in the main basin of the lake, where they were performed, with diving, in 1995. The paper describes the main achievements and observations of the investigations carried out in 2006 and 2007.*

Introduzione

Nel 1995 furono eseguite dall'Unione Speleologica Pratese (U.S.P.), gruppo speleologico della sezione di Prato del Club Alpino Italiano (C.A.I.), delle misurazioni batimetriche attraverso il bacino principale del Lago dell'Accesa secondo due profili che in parte riprendevano rilievi precedenti effettuati nel 1919 e riportati in uno scritto di Merciai del 1932, nel quale era pubblicata anche una carta batimetrica. Nel 1995 fu previsto di ripetere le misurazioni a distanza di dieci anni per verificare le variazioni morfologiche e di profondità, ipotizzabili in circa 15-20 cm sulla base delle differenze riscontrate fra i rilievi riportati dal Merciai e quelli dell'U.S.P.. A causa delle situazioni meteorologiche che hanno caratterizzato la parte finale del 2005, le misurazioni sono state rimandate ed effettuate nel febbraio 2006. I rilievi batimetrici sono stati seguiti, sia nel 1995 che nel 2006, da immersioni subacquee tese a verificare e chiarire le peculiarità individuate con le batimetrie. I lavori sono stati svolti nell'ambito della Legge Regionale sulla Speleologia n. 20/84 dall'Unione Speleologica Pratese e, dal 2007, dal Gruppo Speleologico Massa Marittima (G.S.M.M.).

Batimetrie

Per le misure di batimetria è stata usata la tecnica dello scandaglio manuale per uniformità di metodo con i rilievi di inizio ’900 e del 1995.

Per il posizionamento sui punti di misura è stato utilizzato un cavo di 450 metri del diametro di tre millimetri teso attraverso il lago secondo le due direzioni di rilievo, segnato ogni 10 metri con la misura della distanza dall’inizio del cavo, preso come “0” ed ogni 5 con un tratto di pennarello indelebile per avere un riferimento intermedio.

Per la misura della profondità è stata usata una rotella metrica da 50 metri con un peso di un chilogrammo appeso all’estremità ed opportunamente sagomato per evitare affondamenti nel materiale del fondale. Ad ogni calata il peso veniva recuperato fino in superficie per assicurare la misura sulla verticale esatta del punto di stazione. Nella ricostruzione del profilo è stato tenuto conto dell’allungamento del cavo, provocato dal suo tensionamento.

Le batimetrie sono state eseguite ogni 5 metri, raggiungendo così una approssimazione migliore di quella del Merciai che riferisce di misure eseguite ogni 10 metri.

In totale si sono ricavati due profili completi: uno (A-B) partendo dal centro del canale emissario (Fosso Bruna) seguendo un azimut di 250° (nel 1995 si era scelto, invece, un punto di partenza alla destra idrografica del Bruna, a 3 metri di distanza dal punto “A” del 2006) ed uno (C-D) partendo da un punto sulla sponda meridionale del lago (identificabile tramite le seguenti mire: Podere Nuovo, lato sinistro, 5°; Tabaccaia, lato sinistro, 18°; Podere del Lago, lato destro, 29°) seguendo un azimut di 336°.

La traccia dei nostri profili non coincideva con quella dei profili pubblicati dal Merciai quindi, per poter effettuare un confronto, abbiamo ridisegnato i vecchi profili usando la mappa del lago con le isobate disponibile nella sua pubblicazione e posizionandoli in modo da farli coincidere con i nostri. Hanno eseguito il rilevamento batimetrico nel febbraio 2006: Marco Agati, Maurizio Negri, Luciano Porcinai. Agati ha inoltre elaborato i dati di campagna apportando le correzioni di lunghezza dovute al tensionamento del cavo.

ANNO 2006 (Direz. 250°)
Punto A

Dist. (m)	Dist. Corretta	Profondità (m)
0	0,00	-1,30
5	5,13	-1,10
10	10,26	-2,10
15	15,39	-4,40
20	20,51	-8,40
25	25,64	-11,80
30	30,77	-15,40
35	35,90	-18,20
40	41,03	-20,80
45	46,16	-23,20
50	51,29	-25,40
55	56,42	-27,00
60	61,54	-29,30
65	66,67	-31,15
70	71,80	-33,40
75	76,93	-35,30

ANNO 1995 (Direz. 250°)
Punto A

Dist. (m)	Dist. Corretta	Profondità (m)
0	0,00	0,00
5	5,19	-1,10
10	10,38	-1,70
15	15,57	-3,30
20	20,75	-7,40
25	25,94	-10,90
30	31,13	-14,20
35	36,32	-16,80
40	41,51	-19,50
45	46,70	-22,00
50	51,88	-24,40
55	57,07	-26,00
60	62,26	-28,00
65	67,45	-31,40
70	72,64	-32,60
75	77,83	-34,00

80	82,06	-36,50
85	87,19	-37,00
90	92,32	-37,20
95	97,45	-37,25
100	102,57	-37,35
105	107,70	-37,40
110	112,83	-37,45
115	117,96	-37,45
120	123,09	-37,45
125	128,22	**-37,50**
130	133,35	**-37,50**
135	138,48	-37,40
140	143,60	-37,35
145	148,73	-37,30
150	153,86	-37,20
155	158,99	-37,20
160	164,12	-37,25
165	169,25	-36,70
170	174,38	-37,25
175	179,51	-37,40
180	184,63	-37,20
185	189,76	-37,20
190	194,89	-37,20
195	200,02	-36,65
200	205,15	-37,15
205	210,28	-37,10
210	215,41	-36,65
215	220,54	-36,50
220	225,66	-36,85
225	230,79	-36,70
230	235,92	-36,20
235	241,05	-36,30
240	246,18	-36,30
245	251,31	-36,35
250	256,44	-36,40
255	261,57	-36,20
260	266,69	-36,10
265	271,82	-36,10
270	276,95	-35,80
275	282,08	-35,55
280	287,21	-35,05
285	292,34	-34,30
290	297,47	-33,70
295	302,60	-33,10
300	307,72	-32,30

80	83,01	-35,50
85	88,20	-36,30
90	93,39	-36,90
95	98,58	-37,00
100	103,77	-37,10
105	108,96	-37,20
110	114,14	-37,20
115	119,33	-37,40
120	124,52	-37,20
125	129,71	-37,10
130	134,90	-37,00
135	140,09	-37,30
140	145,27	-37,20
145	150,46	**-37,60**
150	155,65	-37,20
155	160,84	-37,30
160	166,03	-37,30
165	171,22	-37,25
170	176,40	-37,20
175	181,59	-37,20
180	186,78	-37,20
185	191,97	-37,20
190	197,16	-37,20
195	202,35	-37,05
200	207,53	-36,90
205	212,72	-37,00
210	217,91	-37,10
215	223,10	-36,90
220	228,29	-36,70
225	233,48	-36,45
230	238,67	-36,20
235	243,85	-36,15
240	249,04	-36,10
245	254,23	-36,15
250	259,42	-36,20
255	264,61	-36,10
260	269,80	-36,00
265	274,98	-35,75
270	280,17	-35,50
275	285,36	-34,90
280	290,55	-34,30
285	295,74	-33,70
290	300,93	-33,00
295	306,11	-32,20
300	311,30	-31,50

305	312,85	-31,70
310	317,98	-31,00
315	323,11	-30,20
320	328,24	-29,15
325	333,37	-28,80
330	338,50	-27,40
335	343,63	-26,55
340	348,75	-25,90
345	353,88	-24,95
350	359,01	-23,75
355	364,14	-22,65
360	369,27	-21,80
365	374,40	-19,95
370	379,53	-18,15
375	384,66	-14,60
380	389,78	-11,40
385	394,91	-8,90
390	400,04	-6,70
395	405,17	-3,80
400	410,30	-2,80
405	415,43	-1,60
410	420,56	-1,60
415	425,69	-1,60
420	430,81	-1,60
425	435,94	-1,60
430	441,07	-1,60
435	446,20	0,00

Punto B

305	316,49	-30,70
310	321,68	-30,00
315	326,87	-29,20
320	332,06	-28,20
325	337,24	-27,70
330	342,43	-26,20
335	347,62	-25,70
340	352,81	-24,30
345	358,00	-23,50
350	363,19	-22,10
355	368,37	-21,00
360	373,56	-19,30
365	378,75	-17,50
370	383,94	-14,60
375	389,13	-11,70
380	394,32	-8,70
385	399,50	-6,20
390	404,69	-3,90
395	409,88	-1,70
400	415,07	-1,10
405	420,26	-0,90
410	425,45	-0,60
415	430,63	-0,50
420	435,82	-0,50
425	441,01	-0,30
430	446,20	0,00

Punto B

Tab. 1 – Rilievi delle profondità del 2006 (a sinistra) e del 1995 (a destra) secondo la direzione 250° (profilo A-B). La lunghezza del profilo, considerando l'errore dovuto al tensionamento del cavo, è di 446,20 m. In neretto sono indicate le massime profondità.

ANNO 2006 (Direz. 336°)

Punto C

Dist. (m)	Dist. Corretta	Profondità (m)
0	0,00	0,00
5	5,26	-2,10
10	10,53	-7,80
15	15,79	-11,70
20	21,06	-14,75
25	26,32	-17,55
30	31,59	-19,90
35	36,85	-21,70

ANNO 1995 (Direz. 336°)

Punto C

Dist. (m)	Dist. Corretta	Profondità (m)
0	0,00	-0,70
5	5,19	-1,30
10	10,38	-5,60
15	15,57	-10,70
20	20,75	-13,90
25	25,94	-16,80
30	31,13	-18,40
35	36,32	-20,00

40	42,12	-23,30
45	47,38	-24,55
50	52,65	-28,05
55	57,91	-27,50
60	63,18	-28,90
65	68,44	-30,30
70	73,71	-31,45
75	78,97	-32,90
80	84,24	-34,40
85	89,50	-35,80
90	94,76	-36,55
95	100,03	-37,00
100	105,29	-37,30
105	110,56	-37,30
110	115,82	-37,35
115	121,09	-37,20
120	126,35	-37,40
125	131,62	-37,55
130	136,88	**-37,60**
135	142,15	**-37,60**
140	147,41	**-37,65**
145	152,68	**-37,60**
150	157,94	**-37,60**
155	163,21	-37,45
160	168,47	-37,30
165	173,74	-37,30
170	179,00	-37,30
175	184,26	-37,25
180	189,53	-37,15
185	194,79	-36,30
190	200,06	-36,45
195	205,32	-36,50
200	210,59	-36,25
205	215,85	-36,05
210	221,12	-35,75
215	226,38	-35,05
220	231,65	-34,30
225	236,91	-33,45
230	242,18	-32,65
235	247,44	-31,75
240	252,71	-30,80
245	257,97	-29,80
250	263,24	-28,95
255	268,50	-27,90
260	273,76	-27,05

40	41,51	-21,90
45	46,70	-23,10
50	51,88	-24,40
55	57,07	-25,80
60	62,26	-27,40
65	67,45	-28,70
70	72,64	-30,00
75	77,83	-31,80
80	83,01	-32,90
85	88,20	-34,50
90	93,39	-35,50
95	98,58	-36,00
100	103,77	-36,30
105	108,96	-36,40
110	114,14	-36,50
115	119,33	-36,40
120	124,52	-36,50
125	129,71	-36,60
130	134,90	-36,70
135	140,09	-36,70
140	145,28	-36,70
145	150,46	**-36,80**
150	155,65	-36,70
155	160,84	-36,60
160	166,03	-35,50
165	171,22	-36,40
170	176,41	-36,40
175	181,59	-36,40
180	186,78	-36,30
185	191,97	-36,20
190	197,16	-35,30
195	202,35	-35,60
200	207,54	-35,40
205	212,72	-35,20
210	217,91	-35,10
215	223,10	-34,70
220	228,29	-34,00
225	233,48	-33,20
230	238,67	-32,40
235	243,86	-31,50
240	249,04	-30,80
245	254,23	-29,80
250	259,42	-28,90
255	264,61	-28,00
260	269,80	-27,00

265	279,03	-26,00
270	284,29	-25,10
275	289,56	-24,35
280	294,82	-23,30
285	300,09	-22,50
290	305,35	-21,75
295	310,62	-20,70
300	315,88	-19,90
305	321,15	-19,00
310	326,41	-17,60
315	331,68	-15,60
320	336,94	-13,65
325	342,21	-10,30
330	347,47	-7,60
335	352,74	-3,80
340	358,00	0,00

Punto D

265	274,99	-26,20
270	280,17	-25,30
275	285,36	-24,40
280	290,55	-23,50
285	295,74	-22,70
290	300,93	-21,70
295	306,12	-20,80
300	311,30	-19,80
305	316,49	-19,00
310	321,68	-18,20
315	326,87	-16,90
320	332,06	-14,60
325	337,25	-12,00
330	342,43	-9,30
335	347,62	-6,50
340	352,81	-2,20
345	358,00	0,00

Punto D

Tab. 2 – Rilievi delle profondità del 2006 (a sinistra) e del 1995 (a destra) secondo la direzione 336° (profilo C-D). La lunghezza del profilo, considerando l'errore dovuto al tensionamento del cavo, è di 358,00 m. In neretto sono indicate le massime profondità.

Nel profilo A-B del 2006 si vede che la massima profondità rilevata è stata di -37,50 m a 125 e 130 m di distanza dal punto A (128,22 e 133,35 m le distanze corrette), mentre nel 1995 la massima profondità rilevata era stata di -37,60 m a 145 m dal punto A (150,46 m la distanza corretta). In questo profilo, quindi, risulterebbe una diminuzione di profondità di 0,1 m.

Nel profilo C-D del 2006 la massima profondità rilevata è stata di -37,65 m, in una zona pianeggiante a -37,60 m di profondità estesa dai 130 ai 150 m di distanza dal punto C (136,88 e 157,94 m le distanze corrette). Nel profilo C-D del 1995 invece la massima profondità rilevata fu di -36,80 m a 145 m di distanza dal punto C (150,46 m la distanza corretta), all'interno quindi della zona pianeggiante individuata nel 2006. Da notare però che in questo caso la profondità è aumentata di 0,85 m anziché diminuita (0,80 m considerando che la massima profondità di 37,65 sia in realtà da riportare a 37,60 m considerando le approssimazioni e gli errori dovuti al metodo di misura adottato). In ogni caso un aumento di profondità di 0,8 m circa è senz'altro indicativo di eventi particolari, soprattutto vedendo che è avvenuto all'interno di quella che, anche nel 1995, fu individuata come la zona di massima profondità del profilo C-D. Quali potrebbero essere le cause che hanno fatto aumentare la profondità del Lago dell'Accesa, almeno nel profilo C-D, anziché diminuirla? In base a quanto noto non sono state eseguite attività sul fondo dello specchio d'acqua come dragaggi, trivellazioni, sondaggi od altro nel periodo compreso fra il 1995 e il 2006. Si sono verificati, nel mese di novembre 2005, episodi di forte precipitazione che hanno provocato danni in molte aree della Maremma, compresa la zona di Massa Marittima. Potrebbe essere plausibile ipotizzare la riattivazione di sorgenti sul fondo del lago che abbiano asportato, grazie al flusso d'acqua in uscita, una parte dei sedimenti depositatisi sul fondale. Terminati gli effetti della piena si sono mantenute le modifiche alla morfologia del fondale. Ad oggi, in base alla immersioni di ricognizione effettuate, le uniche sorgenti attive individuate sul fondo del Lago dell'Accesa si trovano nel piccolo bacino di sud-ovest denominato "inferno", diametralmente opposto all'emissario fosso Bruna. Osservando il profilo C-D si vede, inoltre, la presenza di una forte depressione nel

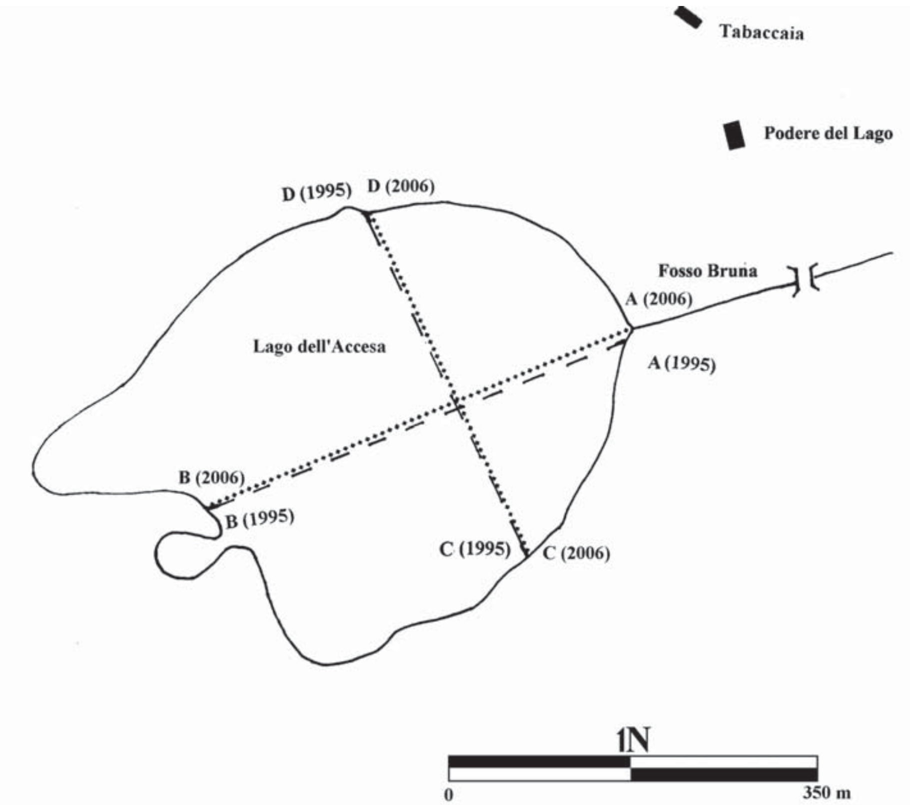


Fig. 1 – Posizione dei profili batimetrici eseguiti nel Lago dell'Accesa nel 1995, in tratteggio, e nel 2006, in puntinato. Il profilo C-D 1995 e 2006 è praticamente sovrapposto, anche se nel disegno è stato rappresentato separato per dare una maggiore leggibilità alla carta, mente il profilo A-B 1995-2006 è sovrapponibile verso il punto B mentre i punti A 1995-2006 sono distanti circa 3 m l'uno dall'altro.

fondo, non presente nel 1995, a circa 50 m dall'inizio del profilo. Per tentare di comprendere la cause delle anomalie batimetriche sono state organizzate delle immersioni di ricognizione che, fra l'altro, hanno permesso la documentazione fotografica e video dei fondali del Lago dell'Accesa.

Immersioni

Grazie all'interessamento ed alla collaborazione dei Carabinieri di Massa Marittima è stato possibile far intervenire da Genova una squadra di Carabinieri Subacquei che alla fine di agosto 2007 hanno effettuato immersioni nei punti di maggiore interesse, insieme a subacquei del G.S.M.M.

I Carabinieri si sono immersi in un primo sito seguendo le indicazioni degli speleologi e arrivando a documentare con foto e video una parte del fondale lacustre fra i -27 ed i -32 m, su di un punto del profilo C-D, secondo la denominazione U.S.P.-G.S.M.M. (il Merciai l'aveva indicato come profilo A-B) a circa 50 m dalla sponda lacustre dove, in base alle misure delle profondità, erano state notate delle anomalie. Grazie a quanto documentato dai Carabinieri si è visto che queste anomalie erano

dovute alla presenza di un blocco lapideo affiorante dal limo che copre i versanti immersi e da moltissimi “fori” sul fondale del lago (fig. 5), parzialmente riempiti di sedimento e che, in occasione di forti piogge, potrebbero attivarsi come sorgenti subacquee.

Una seconda immersione è stata fatta nella zona del lago detta “l’inferno”, un piccolo bacino situato sotto poggio Corbello separato dallo specchio d’acqua principale da una zona di basso fondale, dal lato opposto del lago rispetto al fiume Bruna. In questo sito la profondità al massimo raggiunge i -16 m ma l’interesse è dato dalla presenza di sorgenti subacquee attive, già individuate durante precedenti immersioni.

L’immersione è stata effettuata congiuntamente dai sommozzatori militari (da Genova era stata fatta arrivare una squadra di 4 subacquei con furgone attrezzato contenente gommone, motore ed apparati per immersione e ripresa foto-video) e da due membri del G.S.M.M. che hanno svolto la funzione di “guida” sui luoghi di maggiore interesse. Grazie alle riprese dei Carabinieri è stato possibile documentare il flusso delle acque sotterranee che sgorgano limpidissime dal fondo del lago (la visibilità era di alcuni metri) con una buona portata ed una temperatura di 23°C, un ambiente totalmente diverso rispetto a quello della prima immersione, dove la temperatura era di circa 7°C e la visibilità di circa 70 cm. Durante l’immersione è stato inoltre possibile documentare con fotografie e filmati le caratteristiche del fondo di questo bacino secondario del lago, probabilmente originatosi come dolina di crollo. A sostegno di questa ipotesi sono le morfologie rilevate su banchi rocciosi presenti in alcune zone del fondale e conosciute come “scallops” (fig. 6). In generale si tratta di concavità asimmetriche con dimensioni che vanno da pochi centimetri ad alcuni decimetri (le dimensioni sono inversamente proporzionali alla velocità della corrente) che si formano in condotte carsiche in pressione, cioè completamente invase dall’acqua, per effetto di turbolenze nel flusso idraulico in prossimità della parete. Nel Lago dell’Accesa, presso il secondo punto d’immersione, sono stati individuati banchi rocciosi nei quali sono ancora riconoscibili superfici a “scallops”, testimonianza di un regime idraulico all’interno di una cavità in pressione (freatica) che adesso non esiste più.

Il lavoro sulle variazioni batimetriche del Lago dell’Accesa, sulle sue morfologie in profondità ed i filmati subacquei girati dai Carabinieri sono stati mostrati al pubblico in occasione di una iniziativa che il Comune di Massa Marittima, in collaborazione con il Comando Carabinieri Subacquei di Genova ed il Gruppo Speleologico Massa Marittima, ha organizzato per la Settimana della Cultura Scientifica 2008 in data 2 marzo.

Conclusioni

Con le immersioni dell’agosto 2007 è stato possibile verificare che le condizioni di temperatura e visibilità rilevate nel primo punto d’immersione sono le stesse che furono trovate dallo scrivente nel 1995 durante una precedente campagna esplorativa in altre aree del lago a profondità paragonabili (superiori a 25 m dalla superficie). I “fori” sul fondale del primo punto d’immersione ricordano molto quelli che occupavano parte del basso fondale che separa il bacino principale del lago dal piccolo bacino sede del secondo punto d’immersione e che attualmente non sono più visibili. Di seguito si riporta uno stralcio della relazione prodotta dallo scrivente per conto dell’Unione Speleologica Pratese nel novembre 1995 per rendicontare all’Amministrazione Comunale di Massa Marittima le attività svolte nel corso di tale anno: *“Da segnalare la presenza, sul basso fondale prospiciente la sponda ovest, di una serie di buche con diametro variabile dal mezzo metro ai dieci centimetri e profondità che vanno dai trenta centimetri per le buche più larghe al metro ed oltre per quelle più strette. Sono parzialmente riempite dal sedimento limoso che ricopre tutto il fondo lacustre e si trovano raggruppate in una zona molto limitata del lago, all’incirca un’area di 5 metri per 10 ad una ventina di metri dalla sponda attuale”*. L’ipotesi

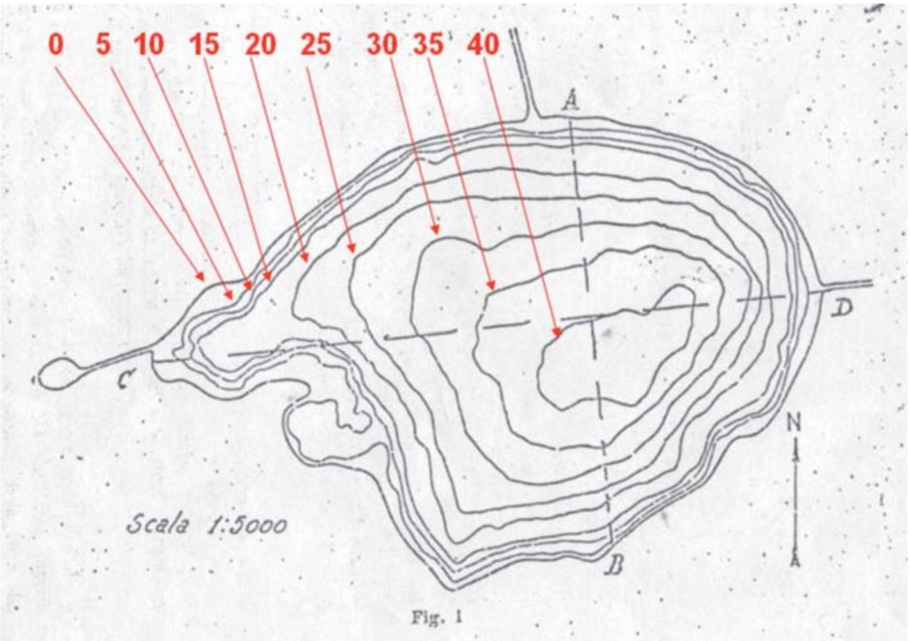


Fig. 2 – Carta batimetrica del Lago dell'Accesa (modificata), tratta dal lavoro di MERCIAI del 1932, con la posizione dei profili batimetrici eseguiti nel 1919 (A-B e C-D) e le linee batimetriche. In rosso sono state indicate dallo scrivente le profondità delle isobate. Si noti, nella sponda occidentale, il piccolo bacino ad ovest del punto "C" che attualmente non è descrivibile come rappresentato sopra.

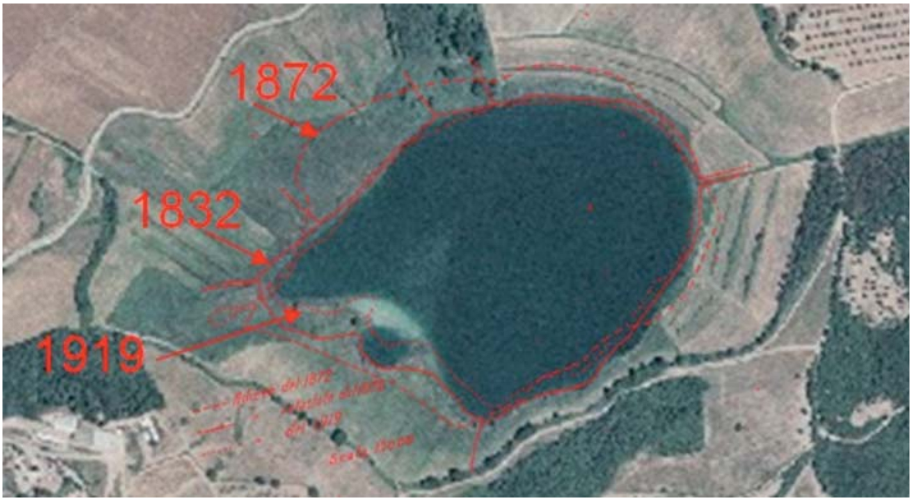


Fig. 3 – Immagine satellitare del Lago dell'Accesa con sovrapposizione delle linee di costa del 1919, del 1872 e del 1832, ottenute dal lavoro di MERCIAI (1932). L'elaborazione, che deve essere considerata solo indicativa a causa delle imprecisioni nella sua realizzazione, mostra che le variazioni più importanti si sono avute nei settori occidentali e settentrionali.

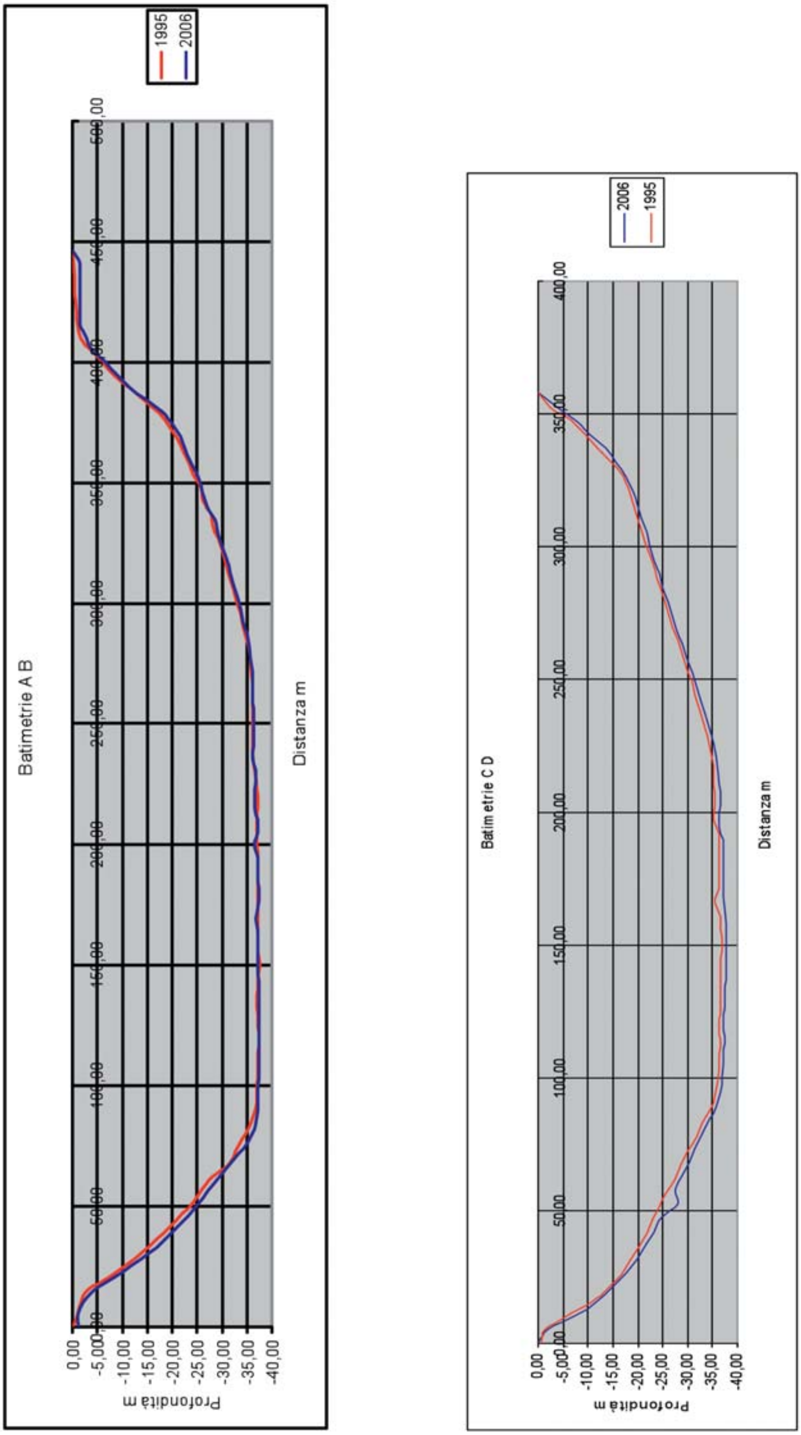


Fig. 4 – Profili batimetrici A-B e C-D rilevati nel 1995 e nel 2006 nel Lago dell’Accesa.

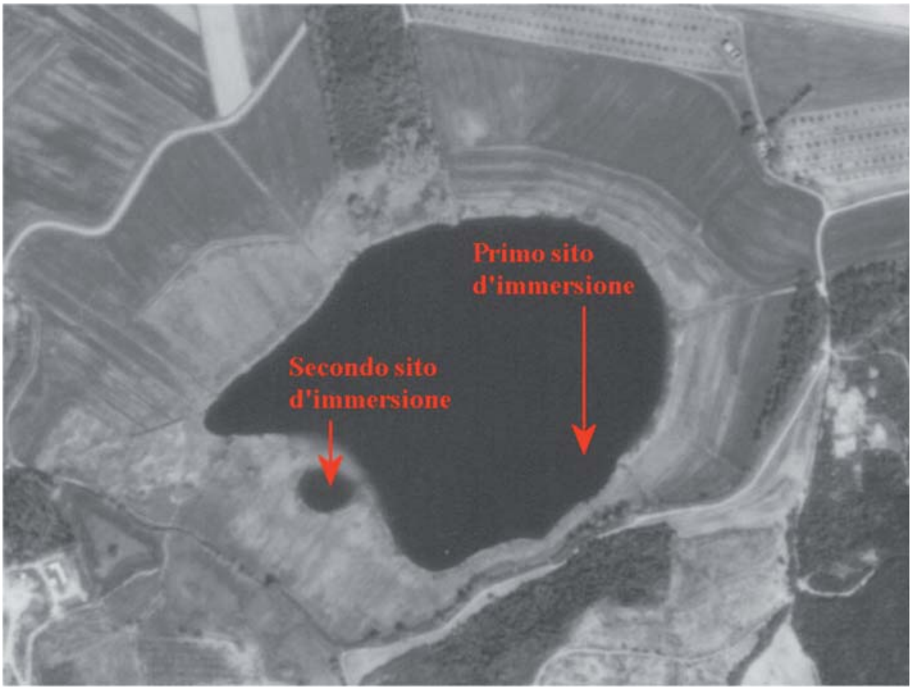


Fig. 5 – Foto aerea del Lago dell'Accesa con indicazione dei punti d'immersione dell'agosto 2007.

che si tratti di sorgenti con attività intermittente si presta a giustificare la "sparizione" dei "fori" sul basso fondale, che potrebbero essersi riempiti di sedimento in seguito a periodi di stasi del flusso idrico in uscita e alle attività balneari che nell'estate si svolgono in quel tratto di lago. In profondità è presumibile che i "fori" si conservino meglio sia per l'assenza di interventi umani che possano riempirli, sia per la più probabile frequenza di riattivazione, trovandosi a quote batimetriche tali da pensare possano essere interessati più spesso dai deflussi di falda verso il lago. La presenza di scallops su affioramenti rocciosi presso il secondo sito d'immersione sembra avvalorare la possibilità che il Lago dell'Accesa, almeno in parte, si sia originato come un *sinkhole*. Esempi di queste forme, definite anche voragini catastrofiche e che hanno spesso un'evoluzione molto veloce, si trovano sovente legate ad affioramenti di Calcare Cavernoso, che è la formazione sulla quale si è impostato il lago. In Toscana si sono verificati recentemente fenomeni di crollo con formazione di *sinkholes* a Camaiore (LU) nel 1995 e a Braccagni (GR) nel 1999.

Condizioni per la formazione di sinkholes sembra siano (Nisio S., Salvati R. in Aa.Vv. 2004):

- bedrock carbonatico (o carsificabile in senso lato) sepolto anche a profondità superiori a 100 metri;
- copertura di origine continentale a granulometria variabile, con scarse proprietà geomeccaniche in grande sebbene possano anche essere presenti spessori rilevanti di deposito coerenti o coesi;
- potente circolazione idrogeologica, nel bedrock, con regime carsico, notevoli carichi idraulici, elevate portate e rilevante velocità;
- presenza di fluidi mineralizzati, che possono anche essere termominerali, in risalita



Fig. 6 – Foto dei fori presenti sul fondo del Lago dell'Accesa nel primo punto d'immersione, fra i 27 e i 32 m di profondità (foto: Carabinieri Subacquei).

da settori profondi che possono sia miscelarsi con le acque di circolazione carsica, sia assumere più classiche forme di convogli gassosi in upwelling;
- esistenza di lineamenti tettonici di carattere regionale che svolgono il ruolo di "canalizzazione" della risalita dei fluidi e linee di sviluppo preferenziale delle deformazioni.

Nel Lago dell'Accesa e nelle aree circostanti si ritrovano le condizioni suddette, con rocce carsificabili, mineralizzazioni lungo strutture tettoniche (oggetto in passato anche di sfruttamento minerario) ed anche presenza di elementi morfologici tipo "gradino" sul fondo del bacino (si veda il profilo batimetrico C-D fra i 180 e i 190 m) individuabili nella stessa posizione sia nelle indagini del 1995 che in quelle del 2006 e che sono compatibili con un'origine tettonica.

Curiosamente una leggenda locale sull'origine del lago parla di uno sprofondamento avvenuto per punizione divina verso contadini che non onoravano le festività; addirittura in una versione si indica con precisione il giorno (26 luglio, data nella quale si festeggia S. Anna) in cui i villici furono inghiottiti da una voragine insieme alle loro case ed ai campi che lavoravano.

Le rilevazioni batimetriche hanno dimostrato che il Lago dell'Accesa è un bacino attivo, le cui variazioni non sono solo legate a fenomeni superficiali, come gli apporti sedimentari dalle sponde per ruscellamento superficiale o per afflusso degli immissari, peraltro modestissimi, ma anche e soprattutto a dinamiche ipogee legate



Fig. 7 – Scallops su affioramenti di rocce carsificabili presenti sul fondo del Lago dell'Accesa nel secondo punto d'immersione (foto: Carabinieri Subacquei).

al sistema carsico che vede la zona di assorbimento nelle colline a nord e ad ovest del bacino, essendo costituite a rocce carsificabili, e del quale il Lago dell'Accesa è una delle componenti più importanti e peculiari.

Ringraziamenti

A Roberta Pieraccioli, responsabile del Settore 5-Politiche culturali-Musei-Biblioteca del Comune di Massa Marittima; a Giovanna Santinucci, funzionario del Settore 5-Politiche culturali-Musei-Biblioteca del Comune di Massa Marittima.

All'Arma dei Carabinieri ed in particolare al capitano Umberto Centobuchi, comandante della Compagnia Carabinieri Massa Marittima, al maresciallo luogotenente Salvatore Tiralongo, comandante della Stazione Carabinieri di Massa Marittima, al maresciallo capo Maurizio Gargiulo, al maresciallo capo Davide Ferrara, al maresciallo Carlo Padula e all'appuntato Giampaolo Baldi del Centro Subacquei-Regione Carabinieri Liguria, di Genova Voltri. A loro chiedo di portare i ringraziamenti al maggiore Francesco Schilardi, comandante del Centro Subacquei Regione Carabinieri Liguria, di Genova Voltri.

Al Gruppo Speleologico Massa Marittima ed in particolare ai soci Cinzia Lombardi e Luciano Porcinai, ai "simpatizzanti" Cristina e Marco Balleggi, Patrizia Casini, Selim Ozar, Cesare Sabatini.

Alla Dive System, ditta specializzata in attrezzature per immersioni tecniche con sede a Valpiana (Massa Marittima GR), per l'assistenza fornita durante le ricognizioni subacquee.

Bibliografia

Aa.Vv., 2002 – Le voragini catastrofiche un nuovo problema per la Toscana. *Atti del Convegno (Grosseto 31 marzo 2000), Regione Toscana, Giunta Regionale*, 256 pp.

Aa.Vv., 2004 – Stato dell'arte sullo studio dei fenomeni di sinkholes e ruolo delle amministrazioni statali e locali nel governo del territorio. *Atti del convegno (Roma 20-21 maggio 2004), APAT*, 709 pp.

Aa.Vv., 2005 – Sezione 318030 Lago dell'Accesa (GR). *Carta Geologica Regionale alla scala 1/10.000*.

Aa.Vv., 2008 – Stato del territorio e delle risorse naturali in Toscana. *Atti del Simposio (Firenze 23, 24, 25 ottobre 2008), Ordine dei Geologi della Toscana*, 286 pp.

Lotti B., 1910 – Geologia della Toscana. *Mem. Descr. Carta Geol. D'It., XIII: (XVI)*, 484 pp.

Lotti B., 1893 – Descrizione geologico-mineraria dei dintorni di Massa Marittima in Toscana. *Mem. Descr. Carta geol. D'It., VIII: (XII)*, 134 pp. + all.

Merciai G., 1932 – Il Lago dell'Accesa presso Massa Marittima. *Industrie grafiche V. Lischi e Figli,* Pisa, 24 pp.

Negri M., 1998 – Contributo alla conoscenza del Lago dell'Accesa, Massa Marittima (Grosseto)*. Atti Mus. Stor. nat. Maremma*, 17: 129-139.

Negri M., 1995 – Relazione attività nel Comune di Massa Marittima nel 1995. *Relazione non pubblicata realizzata come rendicontazione dei finanziamenti concessi nell'ambito della L.R. 20/84. Disponibile presso la Biblioteca Comunale di Massa Marittima (GR).*

(Ricevuto il 5 dicembre 2008)